

# **NW + IT = GB**

**Naturwissenschaftlicher Unterricht,  
Informationstechnologie und Grundbildung**

**Gerhard Rath  
BRG Kepler Graz**

Graz, 2002

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>GESAMTKONZEPTION.....</b>	<b>1</b>
1.1	Grundfragen: .....	1
1.2	Mögliche konkrete Projekte .....	1
1.3	Durchgeführte Projekte .....	3
<b>2</b>	<b>PROJEKT: „WAS IST EINE GUTE BATTERIE?“ .....</b>	<b>4</b>
2.1	Themenstellung und Ziele .....	4
2.2	Aspekte der Grundbildung .....	5
2.3	Ideen und Konzepte .....	6
2.4	Ablauf und Durchführung .....	8
2.5	Reflexionen zur Grundbildungsfrage.....	11
<b>3</b>	<b>PROJEKT „WWWELTALL“ .....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>PROJEKT „STERNWARTE IM WEB“ .....</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>RESÜMEE UND AUSBLICK.....</b>	<b>19</b>
5.1	NW + IT = GB?.....	19
5.2	Wie geht es weiter? .....	19
<b>6</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>21</b>

# ABSTRACT

In drei Projekten wurde versucht, relevante Grundbildungsfragen zum Computereinsatzes im Naturwissenschaftlichen Unterricht zu untersuchen. Das fächerübergreifende Projekt „Was ist eine gute Batterie?“, bei dem es um die Bedeutung computerunterstützter Messsysteme ging, wird detailliert dargestellt. Von den Aktionen „WWWeltall“ (Medienvergleich anhand von Informationsrecherchen) und „Sternwarte im Web“ (Webseiten über die Schulsternwarte) gibt es Kurzbeschreibungen. Die gewonnenen Einsichten münden in die Konzeption eines fächerübergreifenden projektorientierten Wahlpflichtfaches „Naturwissenschaften“.

# 1 GESAMTKONZEPTION

## NW + IT = GB

Der Einsatz von Informationstechnologien (IT) wurde in den letzten Jahrzehnten zu einem essentiellen Element in der naturwissenschaftlichen Forschung. Auch in naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern (NW) werden in zunehmendem (aber weit geringerem) Ausmaß Computer verwendet. Welche Beiträge kann der unterrichtliche Einsatz für die Grundbildung (GB) bringen?

Am BRG Kepler Graz gibt es nicht zuletzt wegen der hervorragenden technischen Ausstattung immer wieder Versuche, IT im naturwissenschaftlichen Unterricht einzusetzen. Allerdings finden diese Aktivitäten oft relativ ziellos und unreflektiert statt. Daher wollen wir einige der geplanten Vorhaben auf eine gemeinsame Basis stellen. Es sollen (praktisch auf einer Metaebene) relevante Grundbildungsfragen mituntersucht werden

Die Methodik der Vorgangsweise soll sich an wissenschaftlichen Forschungsprozessen orientieren und projektartig sein: Die Schüler<sup>1</sup> untersuchen (als „Forscher“) die Wirkungen und Ergebnisse des Einsatzes von IT auf sich selbst (als „erforschte Objekte“).

### 1.1 Grundfragen:

- ?? *Welche Fähigkeiten und Fertigkeiten werden erworben, die über das funktionelle Bedienen hinausgehen?*
- ?? *Wie wirkt sich der Einsatz von IT auf inhaltliches Lernen aus?*
- ?? *Was sind dauerhafte, bleibende Beiträge in Bezug auf die ersten beiden Fragen?*
- ?? *Was sind gute Aufgabenstellungen unter Verwendung von IT?*

### 1.2 Mögliche konkrete Projekte

#### Verloren im Netz ...<sup>2</sup>

##### Ausgangsfrage:

Was an grundlegendem Wissen und Fähigkeiten brauchen Schüler, um naturwissenschaftliche Inhalte aus dem Internet sinnvoll be- und auswerten zu können?

---

<sup>1</sup> „Schüler“, „Lehrer“ etc. wird im Text geschlechtsneutral verwendet

<sup>2</sup> Diese Idee führte zum Projekt „WWWeltall“

### Methode:

1. Suchen und auswerten an einer konkreten Frage (ohne besondere Vorarbeiten)
2. Reflexion und Diskussion: Wie relevant sind die Ergebnisse. Vergleich mit anderen Quellen
3. Entwicklung von Strategien. Was ist notwendig an Vorwissen? Wie soll gearbeitet werden?
4. Weitere thematische Arbeit mit dem Internet, um Strategien zu prüfen

## **Kurven-Diskussionen**

Ausgangsfrage: Wie beeinflusst der Einsatz von Tabellenkalkulationsprogrammen das grafische Verständnis, die Fähigkeiten in Umgang und Interpretation von Diagrammen?

### Methode:

1. Grafiken und Diagramme zu einem Themenbereich sammeln und interpretieren (ohne Computer)
2. Diese Diagramme in EXCEL simulieren
3. Interpretation, Spielen mit Grafiken
4. Weitere Diagramme bearbeiten – hat sich die Betrachtungsweise geändert?
5. Aufgabenstellungen selbst entwickeln

## **Mess-Daten**

### Ausgangsfrage:

Welche Rolle spielen elektronische Datenerfassung und –auswertung beim Umgang mit Experimenten? Welche Auswirkungen bestehen auf grundsätzliche Fertigkeiten und methodische Einsichten?

### Methode:

1. Einüben in Mess- und Datenerfassungssysteme (z.B. diBox, TI92/CBL)
2. Durchführen von Experimenten: Parallel "klassisch" und mit elektronischer Datenerfassung
3. Formulieren konkreter Fragestellungen – was brings?
4. Planen und durchführen weiterer Experimente in parallelen Gruppen
5. Vergleich der Ergebnisse, Auswertung

## **Software**

### Ausgangsfrage:

Bringt der Einsatz von (Lern)Software Lerneffekte im Vergleich zu anderen Medien, insbesondere im Hinblick auf dauerhafte grundlegende Dispositionen?

### Methode:

1. Aufsuchen verschiedener Medien vergleichbaren Inhalts zu einem Thema (z.B. Buch/Artikel, Video, CD-ROM, Internet ...)
2. Erarbeiten inhaltlicher Fragen in verschiedenen Gruppen
3. Bewertung und Interpretation der Möglichkeiten in der Erarbeitungsphase
4. Wechsel der Gruppen: Nochmalige Bearbeitung des Themas (Festigung)
5. Bewertung/Interpretation

## **1.3 Durchgeführte Projekte**

Insgesamt konnten drei der durchgeführten Unterrichtsaktivitäten in die IMST<sup>2</sup>-Aktion aufgenommen werden:

?? **Was ist eine gute Batterie?**

Computerunterstützte Messsysteme und Grundbildung am Beispiel Elektrochemie

?? **WWWeltall.**

Ein Vergleich des World Wide Webs mit anderen Medien zu Recherchezwecken

?? **Sternwarte im Web**

Gestaltung von Webseiten zur Astronomie

Das erste Projekt war das größte dieser drei, es wurde am ersten IMST<sup>2</sup>-Workshop in Zeillern (fächerübergreifend) konzipiert und durch das IMST<sup>2</sup>-Team unterstützt. Im folgenden wird es detailliert beschrieben und bewertet.

Die anderen beiden Projekte werden nachfolgend in kurzen Zusammenfassungen vorgestellt. Bei ihnen handelte es sich um Aktionen die hauptsächlich innerhalb eines Faches und in einer Klasse stattfanden.

## 2 PROJEKT: „WAS IST EINE GUTE BATTERIE?“

### *Was können computerunterstützte Messsysteme zur Klärung dieser Frage beitragen?*

7.A-KLASSE, BRG KEPLER GRAZ; ERNST MERALLA (CH), GERHARD RATH (PH)

### 2.1 Themenstellung und Ziele

#### Zielstellungen

- ?? Selbständige experimentelle Untersuchungen der Ausgangsfrage in Teams
- ?? Laufende Dokumentation des Arbeitsfortschrittes, Reflexion
- ?? Entwicklung von Versuchsanleitungen

Die Frage nach der Qualität von Batterien (und Akkus) verknüpft die fächerübergreifende Thematik Elektrochemie mit der Alltags- und Erlebniswelt der Schüler. Sie berührt auch Aspekte der Umwelt- und Energieproblematik. Wichtig ist jedoch auch die Erkenntnis, dass die Ausgangsfrage in dieser Form nicht direkt beantwortet werden kann.

Die zweite Frage betrifft die Sinnhaftigkeit des Einsatzes eines computergestützten Messsystems: TI-92 Rechner – CBL (computer based laboratory) von Texas Instruments. Dieses System wird insbesondere in den USA für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht propagiert.

Die Untersuchungen erfolgten in unabhängigen Teams, wobei das Messsystem eingesetzt werden konnte, falls es den Schülern sinnvoll erschien.

Als Produkte wurden je Team eine Dokumentation der Arbeit erwartet, mit einer Reflexion über Vor- und Nachteile des Messsystems. Eventuell sollten auch Versuchsanleitungen entstehen, die für andere Schüler einsetzbar sein könnten.

#### Anmerkung:

Nach unseren Informationen gab es bisher keine Untersuchung der Frage nach Qualität von Batterien im schulischen Unterricht, auch ist keine diesbezügliche Verwendung des TI-CBL-Systems dokumentiert. Das Projektteam betrat in dieser Hinsicht also völliges Neuland.

Dieser Aspekt sollte zusammen mit der alltagsbezogenen Fragestellung das Interesse der Klasse an dem Projekt hervorrufen bzw. gewährleisten.

## 2.2 Aspekte der Grundbildung

Insbesondere sollten folgende Leitlinien der S1-Aktion von IMST<sup>2</sup> umgesetzt werden:

### Teilhabe an gesellschaftlichen Entscheidungen

Sinnvolle Einsatzmöglichkeiten von elektrochemischer Speicherung von Energie abschätzen (Vergleiche zwischen elektronischen Geräten, Beleuchtung, Elektroauto, Photovoltaik, ...)

### Relevanz für die Bewältigung alltagsbezogener Probleme

Sinnvolle Verwendung im persönlichen Bereich (Batterien, Akkus), Vermeidung falscher Erwartungen

### Verständnis für die Disziplinen als Wissenschaft – Einsicht in naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen

Arbeitsmethodik: Experimentelle Überprüfung von vorher erstellten Annahmen. Einsatz von computerunterstützter Messmethodik als wesentlicher Bestandteil realer Forschungsprozesse. Diskussion der Sinnhaftigkeit computerunterstützter Automatisierung

### Selbstgesteuertes, selbständiges Lernen und Problemlösen

Arbeit in autonomen „Forschungs“-teams. Eigenständige Entscheidung in der Themenfindung und Problemstellung sowie in der Wahl der Arbeitsmethodik.

### Anwendung von Wissen

Vorher gelerntes Fachwissen und Fertigkeiten wurden situationsgemäß angewendet: Bauen von Schaltungen, Verwendung von Messgeräten, Herstellen einer Kältemischung, Löten, Befüllen des Akkus mit Schwefelsäure ...

## Stellenwert innerhalb der Fächer

Elektrochemie ist innerhalb des Fachkanons der **Chemie** als wesentlicher Inhalt einzuschätzen. Sie erscheint uns diesbezüglich als Grundbildungsinhalt, da sie elementare Bezüge zu technischen Anwendungen aufweist wie: Analytik, Metallurgie, Lackiertechnik, Energiespeicherung, Regeltechnik, Reizleitung im Nervensystem ...

Innerhalb der **Physik** bewerten wir das Thema dagegen eher als Randerscheinung, die nicht unbedingt zu Grundbildungsinhalten zu zählen ist. Elektrochemische Vorgänge ermöglichen eine Art der Bereitstellung bzw. Speicherung von elektrischer Energie.

## 2.3 Ideen und Konzepte

Auf dem IMST<sup>2</sup>-Startup Workshop in Zeillern im November 2001 entwickelten Ernst Meralla und ich das erste konkrete Konzept für das vorliegende Projekt.

### „PotenCial“

#### Akkus und Batterien – Strom zum „Einstecken“

Was bringt der Einsatz von elektronischer Messdatenerfassung (PC + diBox bzw. TI92 + CBL) am Beispiel Elektrochemie in Hinsicht auf Fragen der Grundbildung?

#### Fachlicher Input

- ?? *Oxidation/Reduktion, elektrochemische Spannungsreihe, Galvanische Elemente*
- ?? *Computergestützte Messdatenerfassung*
- ?? *Relevanz des Themas in Alltag und Wissenschaft*
- ?? *Informationsbeschaffung: Einsatz von Akkus, aktuelle Entwicklungen (z.B. Elektroauto), Energiediskussion*

#### Projektphase

- ?? *Problemstellung: Fragestellung, Hypothese, Vorgangsweise*
- ?? *Durchführung (Projekt)*
- ?? *Auswertung, Interpretation, Reflexion (Bericht)*

Der Arbeitstitel „PotenCial“ sollte anspielen auf (chemische und physikalische) Spannungs-Potenziale, gesellschaftliche und technische Möglichkeiten (der Entwicklung von Akkus, Batterien), PC als Kürzel für Physik/Chemie sowie für Personal Computer.

Der starke fächerübergreifende Aspekt zeigt auch Vorüberlegungen für mögliche Arbeitsweisen beim kommenden Wahlpflichtfach „Naturwissenschaften“.<sup>3</sup>

In einigen Besprechungen und Versuchen entwickelten wir dieses Konzept weiter. Beim eigenen Experimentieren mit den vorhandenen Geräten erkannten wir, dass es in etwa vergleichbar ist, Modelle von Batterien oder Akkus zu messen wie reale Batterien aus dem Kaufhaus. Auch die Interpretation der Daten ist nicht wesentlich einfacher. Außerdem stellen offene Modelle eine Gefahrenquelle dar (Schwefelsäure...). Daher formte sich die erste Idee stark in Richtung Alltagsbezug aus – dies zeigt auch die Änderung des Titels.

---

<sup>3</sup> siehe dazu: Ausblick

## Das endgültige Konzept

### Was ist eine gute Batterie?

Projekt im Rahmen der Aktion IMST<sup>2</sup>

#### Grundfragen

- ?? Was ist eine gute Batterie?
- ?? Was können computerunterstützte Messsysteme zur Klärung beitragen?
- ?? Was (von beiden Aspekten) ist langfristig wichtig? (Grundbildung)

#### Zielstellungen/Produkte

- ?? Selbständige experimentelle Untersuchungen
- ?? Laufende Dokumentation (-> IMST<sup>2</sup>, Ph/Ch-Note)
- ?? Entwicklung von Versuchsblättern (-> TI – Veröffentlichung)

#### Organisation

- ?? Zeit: 2 Wochen, Ph, Ch. Mo: Plenum. Eventuell Projekttag 15.2.
- ?? Eigenständige Teams (max. 4); Zuständiger für Dokumentation
- ?? Ressourcen: Ph,Ch-Räume, Inf-Räume, Bibliothek, Geld (Batterien), Experten

#### Bewertung

- ?? Gemeinsame Note je Schüler, Vorschlag
- ?? Kriterien: zB Qualität der Produkte, eigenständige Arbeitsleistung, Wissenszuwachs ...
- ?? Formulierung von Grundbildungs-Beiträgen – Abfrage ca. 2 Monate später
- ?? (freiwillige) Referate, Themenmappen

#### Mögliche Experimente:

- ?? Ladekurven von Akkus (I-t-Diagramm)
- ?? Entladekurven von Akkus oder Batterien (U, I, t)
- ?? U/I-Aufnahmen von Batterien beim Entladen über verschiedene Widerstände
- ?? Batterien entleeren -> Kapazität? (Ladung)
- ?? Batterien unter Wasser kurzschließen, Erwärmung messen (-> Leistung)

## 2.4 Ablauf und Durchführung

### Vorbereitungsphase

Mitte Dezember 2001 bzw. Anfang Jänner 2002 begannen in Chemie bzw. Physik fachliche Vorarbeiten für das Projekt. In *Chemie* war dies die Behandlung der Thematik Elektrochemie: Elektrochemische Potenziale, Spannungsreihe, Galvanische Elemente, Brennstoffzelle. In *Physik* musste zuerst noch eine Schularbeit geschrieben werden, somit blieben nur einige Stunden nach den Weihnachtsferien. Dort wurde versucht, an verschiedenen Messungen das CBL-System von Texas Instruments vertraut zu machen. Anleitungen für durchgeführte Schülerversuche: Siehe Anhang 1

Parallel dazu versuchten wir Lehrer uns in die Thematik weiter einzuarbeiten. In diesem Prozess gelangten wir immer weiter weg von theoretischer Elektrochemie und „künstlichen“ Versuchsanordnungen. Wir erfuhren an einem Bleiakku-Modell, dass sogar in dieser vereinfachten Situation sowohl die Messungen komplex sind (eventuell auch gefährlich) als auch die Interpretation der Resultate schwierig. Warum dann also nicht gleich echte Batterien und Akkus messen? So landeten wir bei der letztlich präsentierten Projektfrage unter dem Aspekt, nicht wirklich eine endgültige Antwort geben zu können. Wir sahen dies jedoch mehr als Herausforderung, die wir zum Teil an die Schüler weitergeben wollten. Daher auch die Idee mit unabhängigen Projektteams, die sich nach eigenen Vorstellungen der Thematik annehmen konnten und in „Konkurrenz“ arbeiten sollten.

Eine wesentliche Unterstützung brachte ein Besuch von *Prof. Helmut Kühnelt* und *Robert Pitzl* aus dem S1-Projektteam. Sie halfen uns einerseits beim Klärungsprozess der Ideen und Konzepte, weiters gab es ein ausführliches Gespräch mit dem Direktor, dem damit die S1-Aktion und unser Detailprojekt bekannt gemacht wurden.

### Projektstart

Am 4. Februar. stellten wir der Klasse gemeinsam den Projektrahmen vor, nachdem wir zuvor schon mehrfach darauf hingewiesen hatten, dass es so ein Projekt geben würde. Das Konzept (siehe vorige Seite) wurde den Schülern (als Folie) präsentiert und erläutert. Es bildeten sich problemlos vier Gruppen, die bereits in der ersten Stunde recht konkrete Ideen vorlegen konnten. Interessanterweise bildeten die Mädchen eine eigene Gruppe.

Gruppe	Thema
1: Daniela Asinger, Barbora Benesova, Katarina Funk, Lena Marinova, Cornelia Singer	NiCd-Akkus; Temperaturverhalten
2: Andras Biro, Thomas Birchbauer, Christian Köberl, Niko Tzanoukakis	Blei-Akkus; Entladeverhalten
3: Philipp Almer, Paul Preidler, Valentin Snobe, Herwig Sunitsch	(1,5V-) Batterien (im Realversuch)
4: Stefan Glauninger, Christoph Kasper, Jörg Pachner, Michael Poglitsch, Harald Steinwendter	(1,5 V-) Batterien (Spannungsmessungen)

## Arbeit in Gruppen

In den letzten beiden Wochen des Semesters standen insgesamt 8 Stunden zur Verfügung. Allerdings fehlten einige Schüler, insbesondere die Mädchen (Aktion „*Frauen an die TU*“) einige Stunden. Die Arbeit in den Gruppen verlief zum Teil sehr intensiv, zum Teil gab es auch längere Wartezeiten (Messungen von Batterie-Entladungen). Dabei wurden die Schüler bereits mit einem wichtigen Grundbildungsinhalt konfrontiert, nämlich dem korrekten Abschätzen von Größenordnungen.

Nach der ersten Woche führten wir eine kurze Vorstellung der bisherigen Ergebnisse im Plenum durch. Dabei trat insbesondere der Wunsch nach längeren Arbeitseinheiten auf, da die Messungen viel Zeit beanspruchten. Daher organisierten wir den letzten Schultag als Projekttag.

Es entstanden mehr oder weniger umfangreiche Dokumentationen (Anhang 2). Da zum Teil weniger auf die vorausgeschickten Fragestellungen eingegangen wurde als vielmehr Messbeschreibungen präsentiert wurden, stellten wir die Ausgangsfragen nochmals im Rahmen eines Bewertungs-Fragebogens.

## Abschluss und erstes Feedback

In der ersten Woche des zweiten Semesters erhielten die Schüler den folgenden Bewertungsbogen.

### 1. Was hast du bezüglich der Grundfragen bei diesem Projekt gelernt?

- a) Was ist eine gute Batterie?
- b) Was können computerunterstützte Messsysteme zur Klärung beitragen?
- c) Was (von beiden Aspekten) ist langfristig wichtig? (Grundbildung)

### 2. Was hat bei diesem Projekt gut geklappt, war interessant?

### 3. Was war nicht so gut, könnte (wie?) verbessert werden?

### Vergib für deine Leistung Punkte.

9 (entspricht Befriedigend): Normale Arbeit, wie sonst im Unterricht

10 (entspricht Gut): Über das Normale hinaus

11 (entspricht 1 bis 2): Weit über das Normale hinaus

12 (Sehr gut): Ganz besondere Ausnahmeleistung, perfekte Arbeit

### Ich verdiene:

**Begründung** (falls mehr als 9 Punkte):

Kriterien: z.B. Qualität der Produkte, eigenständige Arbeitsleistung, Wissenszuwachs ...

## Eine Übersicht über die Antworten:

### Was ist eine gute Batterie?

Recht einheitlich wurde geantwortet: *Sie muss eine Spannung möglichst lange möglichst konstant halten. Nur einige Schüler erwähnten die Leistung. Nicht reflektiert wurden Faktoren wie Selbstentladung, Gewicht, Wartungsfreiheit, Spannung pro Zelle.*

### Beiträge computerunterstützter Messsysteme:

*Differenzierte Antworten. Mögliche Vorteile: Genauer, Langzeitmessungen möglich, Daten bereits grafisch aufbereitet. Eine Gruppe verwendete das System nicht, eine andere teilweise erfolglos*

### Was ist langfristig wichtig? (Grundbildung)

*Siehe Reflexionen, nächster Abschnitt*

### Was hat gut geklappt?

*Häufigste Antworten: Teamwork, gute Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe  
Praktisches Messen und Arbeiten  
Kennenlernen des CBL Messsystems  
Konkrete Aspekte, zB: Befüllen von Blei-Akkus mit Schwefelsäure. Wie weit kann man Akkus erhitzen, bevor sie platzen*

### Was war nicht so gut?

*Zu knappe Arbeitszeit; Messungen dauerten länger als die Unterrichtsstunden  
Instrumentarium fehlte bzw. funktionierte nicht – insbesondere CBL  
Ungenauere Zielstellung  
Zu wenig Vorbereitung*

### Eigenbewertung:

*Eine Schülerin bewertete ihre Leistung mit 7 Punkten, obwohl von uns der unterste Wert mit 9 vorgegeben war.*

*9 Punkte: 3  
10 Punkte: 5  
11 Punkte: 7  
12 Punkte: 3*

Da die Qualität der Dokumentationen unterschiedlich ist (bereits im Umfang – siehe Anhang 2), änderten wir die Bewertung bei einigen Schülern. Diese Diskussion erfolgte in einer eigenen Stunde, wobei nochmals auf die Grundbildungsfrage eingegangen wurde. Die Schüler wurden mit ihren eigenen Angaben konfrontiert: *Wie sehe ich meine damalige Aussage (Was ist langfristig wichtig?) zwei Monate später?*

Kopien der Feedbackbögen: Anhang 3

## 2.5 Reflexionen zur Grundbildungsfrage

### Aussagen der Schüler

Die Fragestellung im Rahmen des Feedbacks war: *Was ist langfristig wichtig?*

Ein Teil der Schüler gab praktisch „Alles“ an:

*„Meiner Meinung nach ist für die Grundausbildung wichtig, dass man den Umgang mit den TI gekoppelt mit CBL beherrscht.“*

*„Aufbau von Schaltungen; Stromkreise aufbauen“*

*„Entstehung und Produktion von Batterien“*

*„Bedienung von Messgeräten“*

*„Man weiß wie sich Batterien entladen und wie sich der Preis auf die Leistung auswirkt“*

*„Problemlösung von auftretenden Fehlern bei Stromkreisen, die „Normalverbraucher“, d.h. Leute ohne physikalische Kenntnisse nicht beheben könnten (die brauchen einen Elektriker)“*

Kommentar: Es entspricht unserer Erfahrung, dass Schüler mit niedrigerem Reflexionsniveau in etwa all das als wichtig angeben, was sie gerade lernen bzw. können.

Ein kleinerer Teil der Schüler traf allgemeinere sowie kritischere Aussagen, zum Beispiel:

*„Computerunterstütztes Messen ist für Otto Normalverbraucher nicht wichtig“*

*„Computer sind nicht immer fehlerfrei – nicht nur Vertrauen in PC haben! Analoge Kontrolle ist wichtig.“*

*„Grundwissen (wie funktioniert ein Akku) und eigenständiges Arbeiten“*

*„Dass eine Batterie etwas Chemisches ist“*

*„Dass in der Batterie keine Energie entsteht sondern Elektronen bewegt werden“*

*„Verarbeitung der Datenmengen auf dem PC mit Ausgabe“*

Die für uns wesentliche **Frage nach der Relevanz computerunterstützten Messens** für Grundbildungsfragen wurde von den Schülern ambivalent beantwortet, je nach praktischem Einsatz dieser Technologie bzw. Erfolg damit innerhalb ihrer Gruppe.

**Gruppe 1** (Temperaturabhängigkeit von Akkus) hatte teilweise Misserfolge damit. Eine Messung über mehrere Stunden erbrachte letztlich keine Daten, wobei dies während der Messung nicht erkennbar war. Sie bewerteten den Einsatz eher kritisch und differenziert.

*“Wir sind der Meinung dass computerunterstütztes Messen und Arbeiten sinnvoll und oft auch nötig ist, aber es ist sehr wichtig das geeignete Instrumentarium für jeden Versuch zu finden. Ausrufe wie: „Ich hau das Ganze aus dem Fenster!“ sind öfters aufgetaucht.“*

**Gruppe 2** (Bleiakku) erkannte einen Vorteil dieser Technologie: Über Nacht wurde ein Akku entladen und eine Messkurve aufgenommen. Eine zweite Messung allerdings erbrachte keine Daten bzw. diese konnten nicht in den PC übernommen werden.

**Gruppe 3** (Batterien) verwendete das System nicht. Ihnen erschien die Technologie nicht notwendig zur Klärung ihrer Fragen.

**Gruppe 4** (Batterien) arbeitete am intensivsten mit der Messausstattung, mehrere Kurven wurden damit aufgenommen und mit „konventionellen“ Messungen verglichen. Auch diese Schüler kamen zu differenzierten Aussagen.

*“Beim Messen mit dem CBL+TI gibt es oft Probleme mit dem Einstellen. Außerdem können die Daten nicht einfach kontrolliert werden. Ein klarer Vorteil dieser automatischen Messung mit Ausgabe ist allerdings, die Ungebundenheit. Hier muss niemand ständig Werte aufschreiben und auf die Zeit achten!“*

## Reflexionen der Lehrer

### Ernst Meralla

Wir stellten uns die Aufgabe die Sinnhaftigkeit des Computereinsatzes bei Messproblemen in den Naturwissenschaften beziehungsweise die Sinnhaftigkeit des Computers in Schulen schlechthin zu hinterfragen.

Im Verlauf der Projektwoche stellte sich für mich folgendes heraus:

Diese Thematik erwies sich als wesentlich komplexer als erwartet. Antworten auf diese Frage wurden nur teilweise gefunden:

- ?? Es wurden Messserien an käuflichen Batterien automatisch aufgezeichnet; aber wozu diese Batterien jetzt besonders geeignet sind konnte an Hand dieser Serien nicht beantwortet werden.
- ?? Es wurden auch computerunterstützte Messungen mit hoher Präzision aufgenommen. Die Präzision führte aber zu keinen genaueren Aussagen, sondern verleitete zum Finden von Artefakten (scheinbare Verläufe in den Messkurven, die jedoch durch die Messgeräte hervorgerufen wurden).
- ?? Es ergaben sich hingegen nicht zu unterschätzende "Grundbildungsfortschritte" in Bereichen, in denen ich sie nicht erwartet hätte. Ich vermute, dass zwischen angelerntem Wissen und „Grundbildung“ eine große Kluft existiert, die

mit solchen Projekten abgebaut werden kann. Die Erfahrungen aus folgenden Beispielen sind trivial; ein Fehlen dieser Erfahrungen wäre aber ein Mangel an Allgemeinbildung.

*Die richtige Einschätzung der Batteriekapazitäten. Es war zum Beispiel unmöglich mit einem Walkman größere Batterien zu entladen. Es war genauso unmöglich, einen Motorradakku mit elektronischen Miniaturwiderständen zu entladen.*

*Es musste ein Spannungsteiler "erfunden" werden, um mit dem CBL, das nur bis 10 Volt messen kann das Entladeverhalten eines 12 Volt Akkus zu verfolgen.*

*Wie bringt man eine käufliche Monozelle auf eine Temperatur von -5 Grad Celsius? Wie misst man diese Temperatur?*

*Schülerzitat: „Mir ist erst jetzt bewusst geworden, dass jede Stromentnahme aus einer Batterie ein chemischer Vorgang ist“.*

Der sinnvolle Einsatz von computerunterstützter Spannungsmessung bei Langzeitmessungen wurde erkannt. (Es wurden Lade- und Entladekurven verschiedener Akkus einmal manuell und einmal mit der CBL aufgenommen. Die Vor- und Nachteile beider Verfahren wurden verglichen)

Für mich ergibt sich folgender einfacher Schluss: Zum Erwerb von Grundbildung genügt es nicht, sich theoretisch im Unterricht mit den Themen an Hand von Modellen auseinander zu setzen. Es ist das persönliche Besuchen, Kennenlernen; Berühren und Erforschen der **Original**objekte hilfreich.

## **Gerhard Rath**

Die **Themenstellung** wurde von uns Lehrern vorgegeben. Motivation für uns war, ein fächerübergreifendes Thema (Physik-Chemie) zu finden, das auch noch zum Lehrplan der 7. Klasse passte und eine Art von Computereinsatz ermöglicht. Die Motivation für die Schüler war anfangs hoch, erlahmte jedoch im Laufe des Projekts ein wenig. Eine abschließende Präsentation zumindest innerhalb der Klasse wäre diesbezüglich wichtig gewesen.

### **Eine „gute“ Aufgabenstellung?**

Gut war sie in ihrer Offenheit, in ihrer Herausforderung. Sie ermöglichte vielfältige Überlegungen und Prozesse, wobei überhaupt in diesen Prozessen die Stärke des Projekts lag.

Ihr Nachteil war die Schwierigkeit, in dieser Zeit mit diesen Ressourcen zu redlichen Antworten und Ergebnissen zu kommen – überdies noch garniert durch eine parallele Fragestellungen zur Relevanz des Einsatzes computerunterstützter Messsysteme.

### **Wie grundbildungsrelevant ist der Einsatz von computerunterstützten Messsystemen?**

Vor dem Projekt meinte ich: Unverzichtbar. Denn: Jede experimentelle naturwissenschaftliche Forschung arbeitet heutzutage so!

Durch dieses Projekt (und auch die anderen beiden) modifizierte ich meine Ansicht. Die inhaltlichen Beiträge (WAS?) erscheinen mir eher irrelevant für Grundbildung zu sein. Die gesamte Messtechnik ist ja nur ein Teilbereich des Forschungsprozesses, und wohl nicht der wichtigste. Fragen stellen, Hypothesen bilden, Experimente konzipieren und planen, Ergebnisse diskutieren und einschätzen - solche Prozesse scheinen mir relevanter zu sein. Der Einsatz dieser oder jener Messtechnologie hat eher Werkzeugcharakter, wenn er nicht selbst hinterfragt wird. Jedoch lassen sich diesen Fertigkeiten in der Anwendung der Computertechnologie (WIE?) Grundbildungsrelevanz zusprechen.

Nach meinen Erfahrungen (auch als Informatik-Lehrer) scheint mir, dass der Computereinsatz in der Schule generell in Richtung Ausbildung/Werkzeug tendiert (z.B. ECDL-Prüfungen). Die Ebene der Reflexion und des Hinterfragens tritt in den Hintergrund. Auch aus diesem Grund sind Projekte wie dieses (und die beiden weiter unten beschriebenen) ausgesprochen wichtig, weil sie schon von der Anlage her weit über bloßes Bedienen hinauszielen und das Werkzeug immer wieder an der Sinnhaftigkeit seines Einsatzes messen.

Der Frage nach guten Batterien bzw. Akkus möchte ich einen deutlichen Anklang an die Problematik der Grundbildung attestieren, so seltsam sie auf den ersten Blick klingen mag. Zuerst einmal ist sie alltags- und gesellschaftsrelevant. An ihr gefiel mir auch, „brutal“ die Frage einer Wertung in den Mittelpunkt zu stellen. Es muss ja sofort weitergedacht werden: Was heißt denn bei einer Batterie „gut“? Welche Kriterien sind überhaupt denkbar, welche sind messbar? Wie bereits gesagt stellten die sich daraus ergebenden kreativen Prozesse, die unterschiedlichen Herangehensweisen der Gruppen die größte Stärke dieses Projekts dar.

Die Gruppe der Mädchen (Gruppe 1) stürzte sich unter der Führung einer Schülerin auf eine Spezialfrage: Das Temperaturverhalten von NiCd Akkus. Ihr Ansatz war ein forschender, sie hatten eine Theorie und konzipierten die Experimente völlig eigenständig. Und sie mussten einen möglichen Aspekt der Forschung erfahren, das Scheitern.

Gruppe 4 arbeitete eher konventionell. Die Schüler nahmen Spannungskurven von sich entladenden Batterien auf, mit leichten Variationen – eine Arbeit, wie sie eher im Unterricht üblich ist. Diese wurde aber perfekt durchgeführt, es entstand eine ansprechende Dokumentation, allerdings mit dem Schwerpunkt auf Messtechnik/Versuchsbeschreibungen und weniger auf Interpretation/Bewertung.

### 3 PROJEKT „WWWELTALL“

#### **Medienvergleich anhand von Informationsrecherchen**

BRG KEPLER, 8.B, 2001/2002, GERHARD RATH

#### **Ziele**

Vergleich des WWW mit anderen Informationsquellen am Thema **Kosmologie**.

Diskussion der Vor- und Nachteile dieses neuen Mediums und Überlegungen zum sinnvollen Umgang damit.

#### **Grundfragen – Relevanz für die Grundbildung**

?? Was kann ich mit dem Internet gut und dauerhaft lernen?

?? Wie lerne ich sinnvoll mit dem WWW? Wie mit anderen Medien?

?? Wo bringt das Internet keine Vorteile? Worauf muss man achten?

?? Was vom Thema ist wichtig für die Grundbildung?

#### **Organisation**

Es bildeten sich 2er bzw. 3er-Teams, von denen jedes eigenständig das World Wide Web mit einem anderen Medium verglich.

Gruppe	Medien
J. Danzer, K. Koller, K. Riedler	WWW/Buch (Hawking: Eine kurze Geschichte der Zeit)
T. Prater, G. Rindler	WWW/Videos
J. Fux, S. Rogen	WWW/CD-ROM (Eine kurze Geschichte der Zeit)
C. Koller, M. Kleinhenn	WWW/Zeitschrift (Star Observer Sonderheft Urknall)
B. Primschitz, T. Ochensberger	WWW/CD-ROMs (Encarta u.a.)

#### **Ablauf**

Zwei Wochen lang wurden die Physikstunden (und einiges an Freizeit) dazu verwendet, Informationsrecherchen durchzuführen und sich selbst gewählte Aspekte des Themas anzueignen. Danach wurde eine schriftliche Zusammenfassung abgegeben und kurz vorgestellt. Nachdem alle Schüler Kopien davon hatten, mussten sie ihre Arbeit „verteidigen“ (analog zu einem Rigorosum auf der UNI): Es gab eine strenge Befragung durch den Lehrer und die Klassenkollegen die zeigen sollte, inwieweit das Geschriebene selbst verfasst bzw. verstanden worden war. Dies sollte unhinterfragtes Kopieren aus dem Internet aufdecken. Als Abschluss gaben sich die Schüler eine Eigenbewertung (Vorschlag).

## Ergebnisse

Ich wurde von der Klarheit und Nüchternheit der Einschätzung des WWWs durch die meisten der Schüler überrascht. Unreflektierte Jubelmeldungen waren in der Minderheit, es wurde genau zwischen Stärken und Schwächen differenziert. Dieser Eindruck bestätigte sich in der „Verteidigung“: Weitestgehend konnte das Geschriebene erklärt werden. Das Thema Kosmologie wurde von den Schülern trotz seiner Abstraktheit als wichtig für die Grundbildung eingeschätzt. Es kann wesentliche Beiträge zu Weltbild und –verständnis leisten.

### Einige Zitate von Schülern:

*„Durch das Internet ist zwar eine schnelle Suche möglich, jedoch ist ein relativ aufwendiges Ausleseverfahren nötig um inhaltsreiche Texte zu finden. Außerdem bringt es keine dauerhafte Anreicherung des Wissens, da man es nur für schnelle Informationsbeschaffung verwendet.“*

*„Ich arbeite wesentlich lieber mit einem Buch, vorausgesetzt es ist gut und anschaulich. Allerdings - brauche ich etwas auf die Schnelle, dann ist das Internet praktischer. Ich habe das Gefühl mit einem Buch muss man sich viel länger auseinandersetzen. Allein das Lesen braucht ewig. Dafür ist es aber genauer und viel sicherer von der Information her gesehen. Oft braucht man aber nur Kleinigkeiten und man kann ja schließlich nicht für jedes kleine Referat ein Buch lesen. Da ist das Internet viel praktischer.“*

*„Ich bin der Meinung mit dem Internet kann man nicht wirklich lernen! Ich denke es ist der richtige Weg mit dem Internet zu lernen so: Man geht ins Internet holt sich die Information die man braucht, druckt sie aus, arbeitet sie aus und wiederholt sie dann öfter! So habe ich das jedenfalls bei jeder Schularbeit gemacht und wie man sieht mit Erfolg.“*

*„Ich sehe das Internet nicht als Lehrmittel sondern als Informationsbeschaffungsmedium.“*

*„Meine bevorzugte Art zu lernen ist einfach einen Text mit Informationen zu haben, diesen gewissenhaft auszuarbeiten und die ausgearbeiteten Informationen wenn erforderlich vielleicht noch einmal durchzulernen und durchzuüberlegen.“*

*„Ich denke man lernt mit egal welchem Medium am besten wenn man die wichtigsten Informationen herausschreibt und lernt.“*

*„Um das Internet richtig nutzen zu lernen, ist es wichtig dieses Medium sooft wie möglich einzusetzen und auf gewisse Ziele hin zu arbeiten. Es fördert das selbstständige Arbeiten, setzt aber auch technisches Grundwissen voraus. Es ist aber auch die leichteste Art Informationen zu finden und somit die letzte Zufluchtsstelle für Faulpelze. Bücher und Zeitungen liegen als Medien nicht mehr im Trend der heutigen Zeit und Generation.“*

*„Das Internet mag zwar das Medium Nr 1 auf dieser Welt sein, es ist jedoch auch schwer damit umzugehen. Die Fülle von gefundenen Informationen muss erst einmal weiterverarbeitet werden um zu einem sinnvollen Endergebnis zu kommen. Aber auch dieses Medium hat seine Nachteile, da es zum Beispiel auch kleinen Kindern, die den „Datenhighway“ nutzen ohne weiteres gelingt (ob gewollt oder ungewollt) auf Seiten zu gelangen, die für sie nicht bestimmt sind.“*

## 4 PROJEKT „STERNWARTE IM WEB“

### *Gestaltung von Webseiten zur Astronomie*

6.B-KLASSE, BRG KEPLER 2001/2002, GERHARD RATH

Lehramtsstudenten organisierten und begleiteten das Projekt als schulpraktischen Teil eines fachdidaktischen Seminars. Die Schüler wurden in drei Teams von den Studenten über die Sternwarte informiert und durften unter Anleitung einfache Beobachtungsaufgaben und –auswertungen durchführen. Die Studenten halfen den Schülern (insbesondere inhaltlich) bei der Präsentation der Ergebnisse im Internet.

### **Ziele**

- ?? Praktische Astronomische Arbeit: Bedienung der Teleskope, Sonnenbeobachtung und –fotografie, Bildauswertung am PC
- ?? Eigenständige Planung und Bearbeitung des Gelernten für die Präsentation im Internet
- ?? Überlegungen zur Grundbildungsrelevanz des Computereinsatzes im Rahmen dieser Arbeit

### **Ablauf:**

Das Projekt ergab sich aus Diskussionen innerhalb der Studentengruppe des Seminars „**Schulpraktisches Seminar 2**“ (für Lehramtskandidaten Physik) am Inst. f. Experimentalphysik (Fachdidaktik). Die Studenten waren interessiert an einer Arbeit mit und an der Schulsternwarte des BRG Kepler. Daher war die erste Phase eine Schulung der Studenten, damit sie in der Lage waren, die Möglichkeiten kennenzulernen und das Instrumentarium zu bedienen.

Danach konzipierte diese Gruppe die Idee, Schülern ihr Wissen weiterzugeben bzw. mit diesen gemeinsam Beobachtungen durchzuführen. Dazu teilte sich die 6.b-Klasse in drei etwa gleich große Gruppen die jeweils mit Studenten an der Sternwarte arbeiteten, während die restliche Klasse lernte wie man Bilder von Himmelsobjekten am PC elektronisch bearbeitet. In den gruppeninternen Beratungen formten sich vier Themenbereiche heraus, die im WWW präsentiert werden sollten:

- ?? Sternwarte und Ausstattung
- ?? Elektronische Bildbearbeitung am PC
- ?? Teleskope
- ?? Die Sonne

## Ergebnisse

Die Resultate der Arbeit der Schüler finden sich im Internet unter:  
<http://schueler.brgkepler.at/6bastro>

Den Abschluss bildete wieder ein schriftlicher Fragebogen inklusive (Selbst)Bewertungsvorschlag. Eine der Fragen war: Was bringt die Arbeit am und mit dem Computer für den Physikunterricht? Lernst Du besser, anders, mehr, weniger...?

Der Einsatz des Computers wurde zum weitaus überwiegenden Teil positiv bewertet, jedoch durchaus mit kritischen Zwischentönen.

### **Man lernt anders:**

*„Man lernt anders! Es ist eine interessante Arbeitsweise. Man wird später auch eigenständig am Computer arbeiten.“*

*„Es ist ein anderes Lernen. Wenn alle Schüler bei dieser relativen Unabhängigkeit mitmachen und nicht Sinnlosigkeiten nebenbei veranstalten, so ist das eine sehr sinnvolle und abwechslungsreiche Arbeitsmethode.“*

### **Die Arbeit mit dem PC bringt Abwechslung und Spaß**

*„Arbeiten am Computer ist spannender, bringt Abwechslung vom normalen Unterricht.“*

*„Durch diese Abwechslung lernen wir lieber bzw. leichter. Durch bestimmte Programme wie z.B. CyberSky lernt man mit Spaß etwas im Bereich der Astronomie.“*

### **Geschätzt wurde auch die eigenständige und intensive Auseinandersetzung mit dem Thema**

*„Ich lerne bestimmt schneller und besser, da ich mich selbst direkter mit einem Thema befassen kann.“*

*„Ich denke man lernt besser, da es ein eigenständiges Arbeiten ist und man nicht nur dasitzt und zuhört. Voraussetzung ist natürlich, dass man wirklich was wissen will und Interesse zeigt.“*

*„Ich persönlich lerne besser, da man es meistens selber erarbeiten muss und beim Suchen im Internet das Wichtige vom Unwichtigen trennen muss.“*

### **Weitere Lerneffekte**

*„Ich finde man lernt mehr und besser, weil man es visualisieren kann, man muss passende Bilder und Erklärungen kombinieren.“*

*„Durch Seitengestaltung lernt man Inhalte zu strukturieren und zu verknüpfen.“*

*„Man lernt mit dem Computer und dem Physikstoff zugleich umzugehen.“*

## 5 RESÜMEE UND AUSBLICK

### 5.1 NW + IT = GB?

Im schulischen Bereich lassen sich komplexe didaktische Problemfelder nicht so elegant in Formeln verdichten wie in den Naturwissenschaften. Das unmathematische Fragezeichen in der Überschrift erscheint also durchaus zu Recht.

Der Einsatz von Informationstechnologien im naturwissenschaftlichen Unterricht kann zur Grundbildung beitragen, muss aber nicht. Vereinfacht lassen sich drei Ebenen unterscheiden, angelehnt an die IMST<sup>2</sup>-S1-Fragen: Was? Wie? Warum?

**IT als Werkzeug:** Die Beherrschung verschiedener Techniken, Programme und Geräte gehört zunehmend zum Alltag der Schüler. Sie stellt insofern eine Notwendigkeit dar, als man ohne sie in der technisierten Gesellschaft eher zum Außenseiter wird und von vielen Berufsfeldern ausgeschlossen bleibt. Grundlegende IT-Fertigkeiten sind in etwa so einzuschätzen wie Fertigkeiten in der Bedienung anderer elektronischer Geräte oder wie die Fähigkeit und Berechtigung zum Steuern eines Autos. Nicht umsonst heißt das meistverbreitete IT-Zertifikat „Computerführerschein“.

**Der zweckgerichtete Einsatz von IT:** Ein Programm (wie z.B. eine Textverarbeitung) bedienen können heißt noch lange nicht, dass man dieses sinnvoll und optimal zur Erreichung eines Zieles (z.B. Veröffentlichen eines Artikels) einsetzen kann. Problem- und zielorientierte Arbeit mit IT ist ein wichtiger Beitrag zur Grundbildung unabhängig vom konkreten Fach. Diesbezüglicher Unterricht erfordert andere und weiterreichende Methoden als etwa die Vorbereitung auf ECDL-Prüfungen, zum Beispiel projektartiges Lernen in Teams an relevanten Themenstellungen.

**Reflexionen über den Einsatz von IT:** Damit erreicht man die bildungswirksamste Ebene. Nachdenken und Diskutieren über die Relevanz des eigenen Tuns ist der eigentlich „grundbildende“ Prozess der die gesamte Aktivität beleuchten und durchdringen kann. Diese Ebene sollte die anderen implizit und explizit leiten, will man langfristig wesentliche Bildungseffekte erreichen.

### 5.2 Wie geht es weiter?

In diesem Schuljahr hat sich das IMST<sup>2</sup>-Team am BRG Kepler auf drei Lehrer erweitert: *Susanne Sprenger* (BiU), *Ernst Meralla* (Ch), *Gerhard Rath* (Ph). Im Herbst möchte weiters *Christa Preis* (M) einsteigen.

Die Arbeit dieses Jahres war in mancher Hinsicht eine Vorstudie zu unserem eigentlichen Ziel: Der Installation eines fächerübergreifenden praxis- und projektorientierten **Wahlpflichtfaches „Naturwissenschaften“**. Seit 1997 gibt es bereits das „*Naturwissenschaftliche Labor*“ in der Unterstufe (3./4. Klasse), bei dem das experimentelle Arbeiten in Biologie/Physik/Chemie im Vordergrund steht. Darauf aufbauend wollen wir zusätzliche Akzente setzen: (Quasi-)wissenschaftliches Arbeiten, eigenständige Projekte, Reflexion von Grundbildungsfragen.

Auf dem IMST<sup>2</sup>-S1-Workshop in Zeillern (April 02) entwickelte das Team das folgende Rohkonzept.

## **Organisation**

Zeitlicher Rahmen: eine Doppelstunde pro Woche. Die Schüler führen in kleinen Teams jeweils 2 Projekte pro Schuljahr durch. Jedes Projekt wird präsentiert: Ein Artikel (im Stile einer wissenschaftlichen Veröffentlichung), Webseite, öffentliche Präsentation (Poster, Vorführung ...). Für diese Präsentation verwenden wir zwei Fixpunkte: Informationstag des BRG Kepler (Tag der offenen Tür) im Jänner und die Scienceweek Austria (Juni). Die Teams arbeiten weitgehend eigenständig, jeder Schüler führt einen eigenen Wochenplan (geplante und durchgeführte Aktivitäten). Die Projekte sollen auch einen praktischen (experimentellen) Aspekt enthalten.

Die Lehrer stellen erste Unterlagen zu den bezüglich ihrer Grundbildungsrelevanz analysierten Themenbereichen bereit. Sie betreuen die Gruppen nach Notwendigkeit, es gibt keine direkte Zuordnung zu Unterrichtsfächern. Weiters organisieren sie fallweise passende Exkursionen und die Präsentationen und sorgen für die Zusammenfassung der schriftlichen Dokumentationen zu „Zeitschriften“ sowie für Veröffentlichung der Webseiten. Diese Aktivitäten wollen wir wiederum im Rahmen der S1-Aktion durchführen.

## **Ideen für Projektthemen(bereiche)**

- ?? Fotosynthese. Was frisst die Pflanze?
- ?? Farben. Farbstoffe, Spektren, Spektroskopie (in der Astronomie)
- ?? Medizinische Methoden
- ?? Naturwissenschaften im Sport
- ?? Meteorologische Untersuchungen, Wetterstation, Wetterfähigkeit
- ?? Wasser und Boden – Ökologie
- ?? Kochen und Ernährung
- ?? Alternative Energien
- ?? Kriminalistik
- ?? Grenzwissenschaften (Erdstrahlen, Astrologie, ...)
- ?? Zaubern, Illusion, Wahrnehmung

## **6 ANHANG**